

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年10月28日 (28.10.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/093302 A2

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H02M  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/005473  
(22) 国際出願日: 2004年4月16日 (16.04.2004)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2003-114206 2003年4月18日 (18.04.2003) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社  
安川電機 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI)  
[JP/JP]; 〒806-0004 福岡県 北九州市 八幡西区黒崎城  
石2番1号 Fukuoka (JP).

八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内  
Fukuoka (JP).

- (74) 代理人: 小栗 昌平, 外(OGURI, Shohei et al.); 〒107-
- 
- 6013 東京都港区 赤坂一丁目12番32号 アーク森
- 
- ビル13階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
- 
- 可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
- 
- BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
- 
- DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
- 
- ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
- 
- LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,
- 
- NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
- 
- SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
- 
- VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

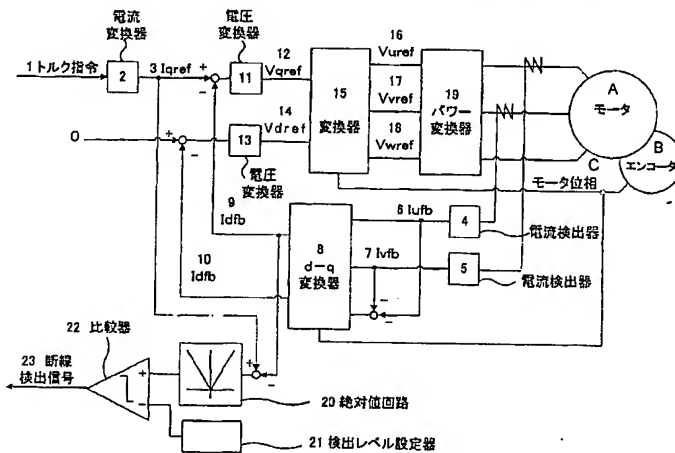
- (72) 発明者: および
- 
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 篤 直紀
- 
- (SHIMA, Naoki) [JP/JP]; 〒806-0004 福岡県 北九州市

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が
- 
- 可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,
- 
- SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,

[続葉有]

(54) Title: AC SERVO DRIVER MOTOR POWER LINE DISCONNECTION DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: ACサーボドライバのモータ動力線断線検出方法



(57) Abstract: There is provided a disconnection detection method capable of reducing the delay of the motor power line disconnection detection. The motor power line disconnection method for an AC servo driver having a current detector and a torque controller is performed as follows. A torque current component (9) is extracted from the three-phase AC current detected by the current detectors (4, 5) and a torque instruction (1) is compared to the torque current component (9). If the difference between the torque instruction and the torque current component exceeds a set value (21), it is recognized that the motor power line is disconnected.

(57) 要約: 本発明の課題は、モータ動力線断線検出のディレイを小さくできる断線検出方法を提供することである。本発明によれば、電流検出器と、トルク制御器を備えたACサーボドライバのモータ動力線断線検出方法において、電流検出器4、5が検出した三相交流電流からトルク電流成分9を抜き出す処理をして、トルク指令1とトルク電流成分9を比較し、トルク指令とトルク電流成分の差が設定値21を超えた場合、モータ動力線が断線していると認識するようにした。

- 1...TORQUE INSTRUCTION  
2...CURRENT CONVERTER  
11...VOLTAGE CONVERTER  
13...VOLTAGE CONVERTER  
15...d-q CONVERTER  
19...POWER CONVERTER  
A...MOTOR  
B...ENCODER  
C...MOTOR PHASE  
8...d-q CONVERTER  
4...CURRENT DETECTOR  
5...CURRENT DETECTOR  
23...DISCONNECTION DETECTION SIGNAL  
22...COMPARATOR  
20...ABSOLUTE VALUE CIRCUIT  
21...DETECTION LEVEL SETTING DEVICE



KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

- 国際調査報告書なし；報告書を受け取り次第公開される。

## 明細書

## ACサーボドライバのモータ動力線断線検出方法

## &lt;技術分野&gt;

本発明は、ACサーボドライバにおいて、モータ動力線が断線した時の検出方法に関するものである。

## &lt;背景技術&gt;

従来より、モータの断線検出装置としては、例えば、特許文献1に開示の「交流モータ制御回路の異常検出装置」が挙げられる。

図3は特開平9-172791号公報で公知の交流モータ制御回路のシステム構成図で、バッテリー112から三相交流モータ110へ電力を供給する回路において電流センサ等の異常を検出するものである。

図において、IPM114の動作を制御するコントローラ116は、CPU118、ROM120、RAM122、I/Oポート124及びA/Dコンバータ126を内蔵し、ROM120はCPU118により実行されるべき制御プログラムや固定のパラメタを格納し、RAM122はCPU118に作業領域を提供する。I/Oポート124及びA/Dコンバータ126はそれぞれ外部からデジタル又はアナログの情報を入力する手段である。ここでは、モータ110から出力させるべきトルクを示すトルク指令値や、モータ110に付設されその回転子の回転に応じて信号を発生させるレゾルバ128の出力が、I/Oポート124から入力されている。A/Dコンバータ126は、モータ110の各相に対応して設けられている電流センサ130u、130v、130wの出力 $i_{us}$ 、 $i_{vs}$ 、 $i_{ws}$ をアナログからデジタルに変換してコントローラ116に入力する。

CPU118は、トルク指令値に相当するトルクがモータ110から出力され

るようIPM114に対し制御信号を供給する。その際、CPU118は、レゾルバ128の出力信号（回転数乃至回転角度）や、電流センサ130u, 130v, 130wの出力 $i_{us}$ ,  $i_{vs}$ ,  $i_{ws}$ （各相電流瞬時値）を検出し、通常の運転制御中に異常検出ルーチンに移行すると、各相電圧指令値より各相電流の推定値 $i_{uc}$ ,  $i_{vc}$ ,  $i_{wc}$ を求めて、各相出電流値 $i_{us}$ ,  $i_{vs}$ ,  $i_{ws}$ との偏差 $|i_{uc} - i_{us}|$ ,  $|i_{vc} - i_{vs}|$ ,  $|i_{wc} - i_{ws}|$ と、各しきい値 $\Delta I1u$ ,  $\Delta I1v$ ,  $\Delta I1w$ との比較によって異常を判定するものである。

また、その他の検査装置としては、特開平5-137380号公報に開示の「モータ制御装置」がある。図4はその回路図であり、制御回路207aは、駆動回路205を制御して、モータ起動指令210を受けると動作し、モータ起動前に断線検出回路212に対して断線検出指令213を与え、過電流検出信号により回路の異常を確認して、異常無しの場合はモータ201を起動し、異常を検出した場合はモータ201の起動を停止するもので、この場合の断線検出回路212の断線検出信号214は、直流を印加して各相の通電試験を行うもので、通電させた相では、経路に異常がない限り無制御の直流電流が流れるので過電流状態となることを利用して、過電流検出により実施する。

しかしながら、上記従来技術においては、モータ断線を直接的に検出することができず、モータ断線により速度検出値が速度指令値に追従しなくなった結果、トルク指令は大きな値となる。トルク指令値が大きな値を連続でとり続けることにより、過負荷アラームとして検出していたために、特許文献に示す異常検出の場合は、運転中の異常検出におけるディレイ時間が大きく、モータを組み込んだ機械の可動部が暴走して機械に損傷を与えてしまう場合が発生するという問題があった。

また、運転前の迅速な動力線の断線検出ができなかったので、垂直軸駆動用のモータ動力線が断線していたような場合に、メカブレーキ解放後にワークが落下してしまうという問題もあった。

そこで、本発明の第 1 の発明は、運転中にモータ動力線の断線の有無を即座に検出し、機械を損傷させる前に安全に停止させることができる AC サーボドライバのモータ動力線断線検出方法を提供することを目的としている。

更に、本発明の第 2 の発明は、運転前のメカブレーキ保持中にモータ動力線の断線の有無を安全に検出して、断線が検出されたらメカブレーキを解放しないでワークが落下するのを防ぐことができる AC サーボドライバのモータ動力線断線検出方法を提供することを目的としている。

#### <発明の開示>

上記目的を達成するため、本発明 1 は、電流検出器と、トルク制御器を備えた AC サーボドライバのモータ動力線断線検出方法において、前記電流検出器が検出した三相交流電流からトルク電流成分を抜き出す処理をして、トルク指令と前記トルク電流成分を比較し、前記トルク指令と前記トルク電流成分の差が設定値を超えた場合、モータ動力線が断線していると認識することを特徴としている。

また、本発明 2 は、電流検出器と、トルク制御器を備えた AC サーボドライバのモータ動力線断線検出方法において、モータにトルクを発生させない磁化電流が流れるように三相交流電圧を印加して、その結果モータに流れる電流を電流検出器により検出し、磁化電流成分を抜き出して、指令した前記磁化電流と比較し、前記磁化電流と前記磁化電流成分の差が設定値を超えた場合、モータ動力線が断線していると認識することを特徴としている。

また、本発明 3 は、前記モータ動力線の断線を認識した場合は、パワー変換器よりモータへの印加出力を遮断し、ブレーキ機構を作動させてモータを停止させることを特徴としている。

また、本発明 4 は、前記モータ動力線の断線を認識した場合は、メカブレーキを解放せず、モータを起動しないことを特徴としている。

この AC サーボドライバのモータ動力線断線検出方法によれば、モータ運転中

の断線検査において、トルク電流指令  $I_{q\ ref}$  とトルク電流検出値  $I_{q\ fb}$  の差を設定値と比較してモータ動力線の断線を判断するので迅速な断線検出によって事後の安全対処が可能になる。

あるいは、運転前のモータ停止状態のままの断線検査において、こちらはd軸電流を利用して、モータにトルクを発生させないようなd軸電流を流し、d軸電流指令  $I_{d\ ref}$  とd軸電流検出値  $I_{d\ fb}$  の差を設定値と比較して、断線を判断するので、メカブレーキを保持したままの運転前の断線検査を安全に実施できる。

#### <図面の簡単な説明>

図1は、本発明1に係るモータ動力線断線検出方法を適用するACサーボドライバの構成を示すブロック図である。

図2は、本発明の2に係るモータ動力線断線検出方法を適用するACサーボドライバの構成を示すブロック図である。

図3は、従来の交流モータ制御回路の異常検出装置の構成図である。

図4は、従来のモータ制御装置の回路図である。

なお、図中の符号、1はトルク指令、2は電流変換器、3は $q_{ref}$ 、4は電流検出器、5は電流検出器、6は $I_{u\ fb}$ 、7は $I_{v\ fb}$ 、8はd-q変換器、9は $I_{q\ fb}$ 、10は $I_{d\ fb}$ 、11は電圧変換器、12は $V_{q\ ref}$ 、13は電圧変換器、14は $V_{d\ ref}$ 、15はd-q変換器、16は $V_{u\ ref}$ 、17は $V_{v\ ref}$ 、18は $V_{w\ ref}$ 、19はパワー変換器、20は絶対値回路、21は検出レベル設定器、22は比較器、23は断線検出信号、24は磁化電流指令発生器、25は $d_{ref}$ である。

#### <発明を実施するための最良の形態>

以下、本発明の第1の実施の形態について図を参照して説明する。

図1は本発明の第1の実施の形態に係る電動機制御装置のブロック図である。

図1において、トルク指令1を電流変換器2により $I_{q\ ref}$  3に変換する。

モータU相電流、V相電流はそれぞれ電流検出器4、電流検出器5により  $I_{ufb6}$ 、 $I_{vfb7}$ に変換される。 $I_{ufb6}$ 、 $I_{vfb7}$ と両者を加算し符号反転したものをd-q変換器8により、 $I_{qfb9}$ 、 $I_{dfb10}$ に変換される。

$I_{qref3}$ と $I_{qfb9}$ の差分を電圧変換器11により $V_{qref12}$ に変換する。また $I_{dfb10}$ の符号反転したものを電圧変換器13により $V_{dref14}$ に変換する。

$V_{qref12}$ と $V_{dref14}$ をd-q変換器15により $V_{uref16}$ 、 $V_{vref17}$ 、 $V_{wref18}$ に変換し、それぞれをパワー変換器19にてU相電圧、V相電圧、W相電圧に変換してモータに印加する。

$I_{qref3}$ と $I_{qfb9}$ の差分を絶対値回路20にて絶対値を取ったものと検出レベル設定器21の設定値とを比較器22で比較し、その結果を断線検出信号23とする。

次に動作について説明する。

モータ動力線が運転動作中断線するとモータに電流が流れなくなり、 $I_{ufb6}$ 、 $I_{vfb7}$ がゼロとなり、 $I_{qfb9}$ もゼロとなる。また、モータ動力線が断線すると速度制御器等の上位制御ループの制御量に変化し、その出力であるトルク指令1は必ずゼロ以外の値となる。また、 $I_{qref3}$ もゼロ以外の値となる。従って $I_{qref3}$ と $I_{qfb9}$ に差が発生し、絶対値回路20の出力の偏差絶対値と、予め所定値に設定されている検出レベル設定器21の設定値を比較器22で比較して、設定値を越えると断線検出信号23が出力される。

断線検出信号が上位制御部に入力されると、インバータ19の出力を遮断し、ブレーキを作動させてモータを停止させる。

次に、本発明の第2の実施の形態について図に基づいて説明する。

図2は本発明の第2の実施の形態に係るモータ動力線断線検出方法を適用するACサーボドライバの構成を示すブロック図である。

図2において、トルク指令1を電流変換器2により $I_{qref3}$ に変換する。磁化電流指令発生器24より $I_{dref25}$ が出力される。

モータU相電流、V相電流はそれぞれ電流検出器4、電流検出器5により  $I_{ufb6}$ 、 $I_{vfb7}$  に変換される。 $I_{ufb6}$ 、 $I_{vfb7}$  と両者を加算し符号反転したものをd-q変換器8により、 $I_{qfb9}$ 、 $I_{dfb10}$  に変換される。

$I_{qref3}$  と前記  $I_{qfb9}$  の差分を電圧変換器11により  $V_{qref12}$  に変換する。 $I_{dref25}$  と  $I_{dfb10}$  の差分を電圧変換器13により  $V_{dref14}$  に変換する。

$V_{qref12}$  と  $V_{dref14}$  をd-q変換器15により  $V_{uref16}$ 、 $V_{vref17}$ 、 $V_{wref18}$  に変換し、それぞれをパワー変換器19にてU相電圧、V相電圧、W相電圧に変換してモータに印加する。

前記  $I_{dref25}$  と前記  $I_{dfb10}$  の差分を絶対値回路20にて絶対値を取ったものと検出レベル設定器21の設定値とを比較器22で比較し、その結果を断線検出信号23とする。

次に動作について説明する。

運転前に、モータにトルクを発生させないようなd軸電流が流すために、磁化電流指令発生器24より払い出されるゼロでない電流指令  $I_{dref25}$  は、電圧変換器13、d-q変換器15、パワー変換器19を通してモータに電流を流そうとするが、モータ動力線が断線していると電流が流れず、電流検出器4、電流検出器5で、電流はゼロと検出される。そしてd-q変換器8を通して出力される  $I_{dfb10}$  もゼロとなる。従って、 $I_{dref25}$  と  $I_{dfb10}$  に差が発生し、その差の絶対値を絶対値回路から出力して、検出レベル設定器21の設定値と比較器22により比較して、設定値を越えると断線検出信号23が出力される。

上位制御部は断線検出信号23が入力されなければ、メカブレーキを解放してモータを起動するが、断線検出信号23が入力されると上位制御部は、メカブレーキを保持したままで、モータ起動を行わない。

#### <産業上の利用可能性>

以上説明したように、本発明によれば、電流検出器から直接的にモータ動力線



の断線を検出するので、断線検出のディレイ時間を小さくすることが可能になりモータ動力線が断線しても即座に検出して、機械を損傷させる前に安全に停止させることができるという効果がある。

また、運転前メカブレーキ保持中にモータ動力線の断線の有無を検出出来るようになるため、断線していた場合はメカブレーキを開放しないようにすることが可能となり、ワークが落下するのを防ぐことができるという効果がある。

## 請 求 の 範 囲

1. 電流検出器と、トルク制御器を備えたACサーボドライバのモータ動力線断線検出方法において、

前記電流検出器が検出した三相交流電流からトルク電流成分を抜き出す処理をして、トルク指令と前記トルク電流成分を比較し、前記トルク指令と前記トルク電流成分の差が設定値を超えた場合、モータ動力線が断線していると認識することを特徴とするACサーボドライバのモータ動力線断線検出方法。

2. 電流検出器と、トルク制御器を備えたACサーボドライバのモータ動力線断線検出方法において、

モータにトルクを発生させない磁化電流が流れるように三相交流電圧を印加して、その結果モータに流れる電流を電流検出器により検出し、磁化電流成分を抜き出して、指令した前記磁化電流と比較し、前記磁化電流と前記磁化電流成分の差が設定値を超えた場合、モータ動力線が断線していると認識することを特徴とするACサーボドライバのモータ動力線断線検出方法。

3. 前記モータ動力線の断線を認識した場合は、パワー変換器よりモータへの印加出力を遮断し、ブレーキ機構を作動させてモータを停止させることを特徴とする請求項1記載のACドライバのモータ動力線断線検出方法。

4. 前記モータ動力線の断線を認識した場合は、メカブレーキを解放せず、モータを起動しないことを特徴とする請求項2記載のACドライバのモータ動力線断線検出方法。

图 1

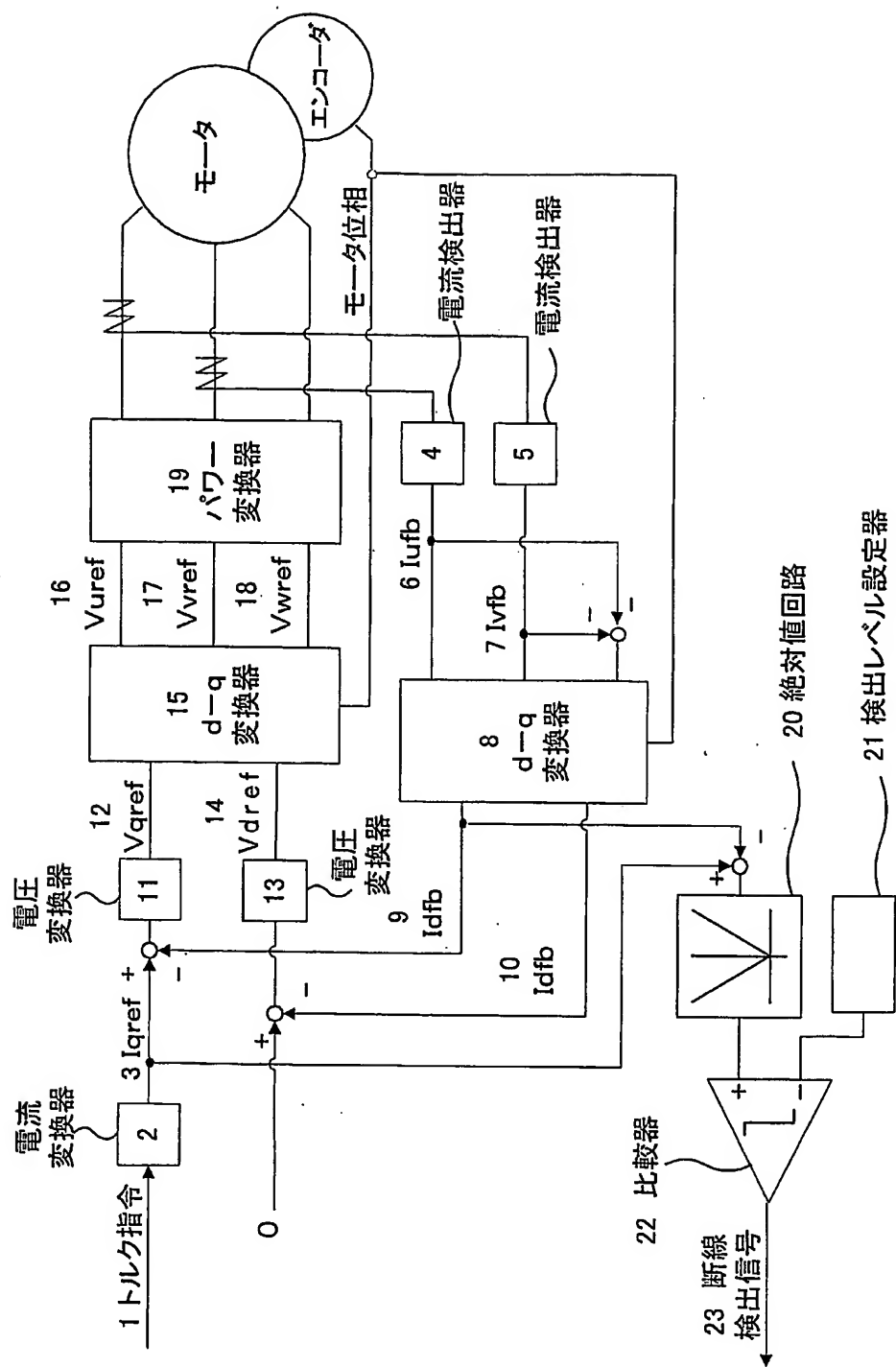


图2

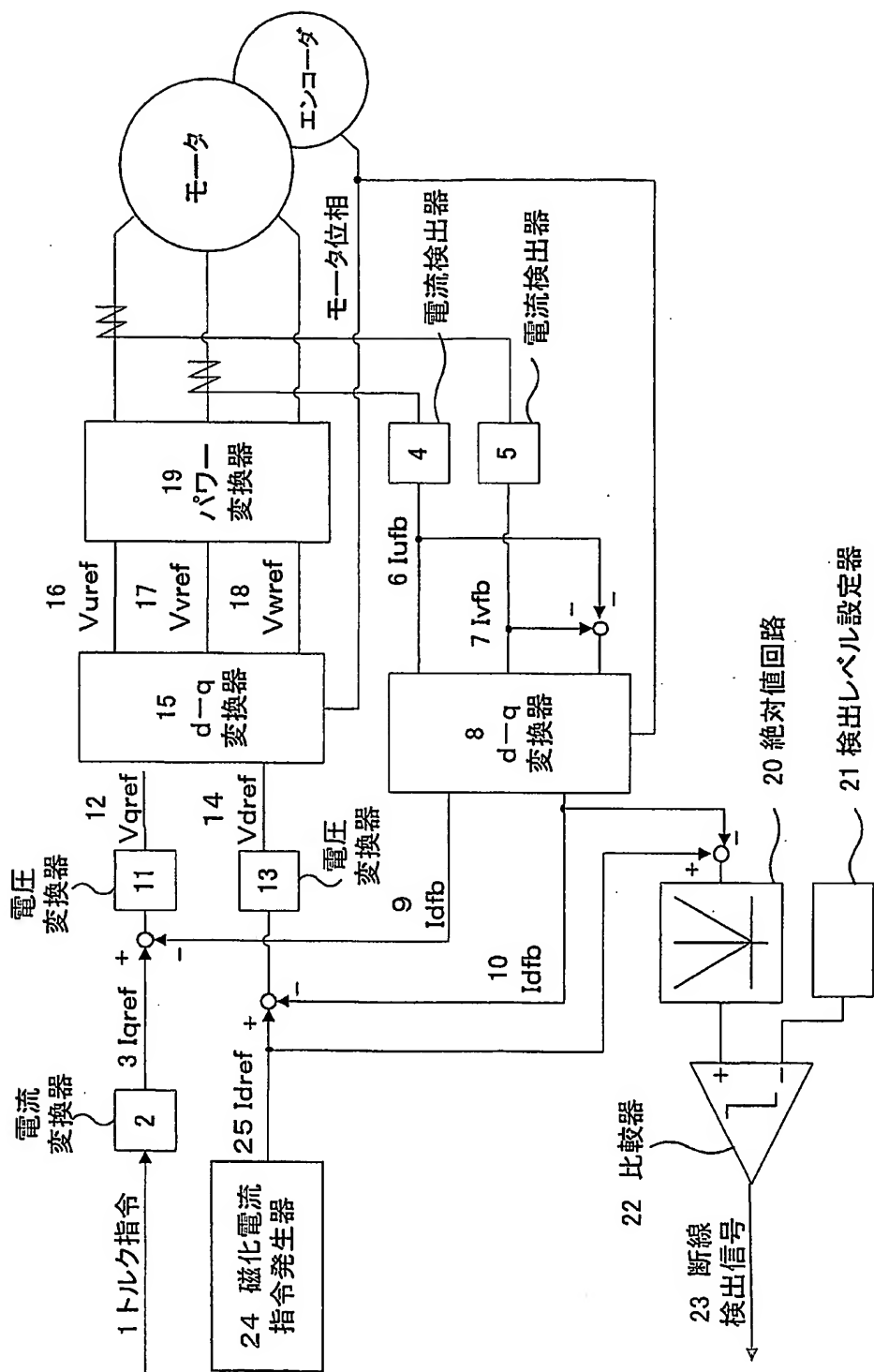


図3

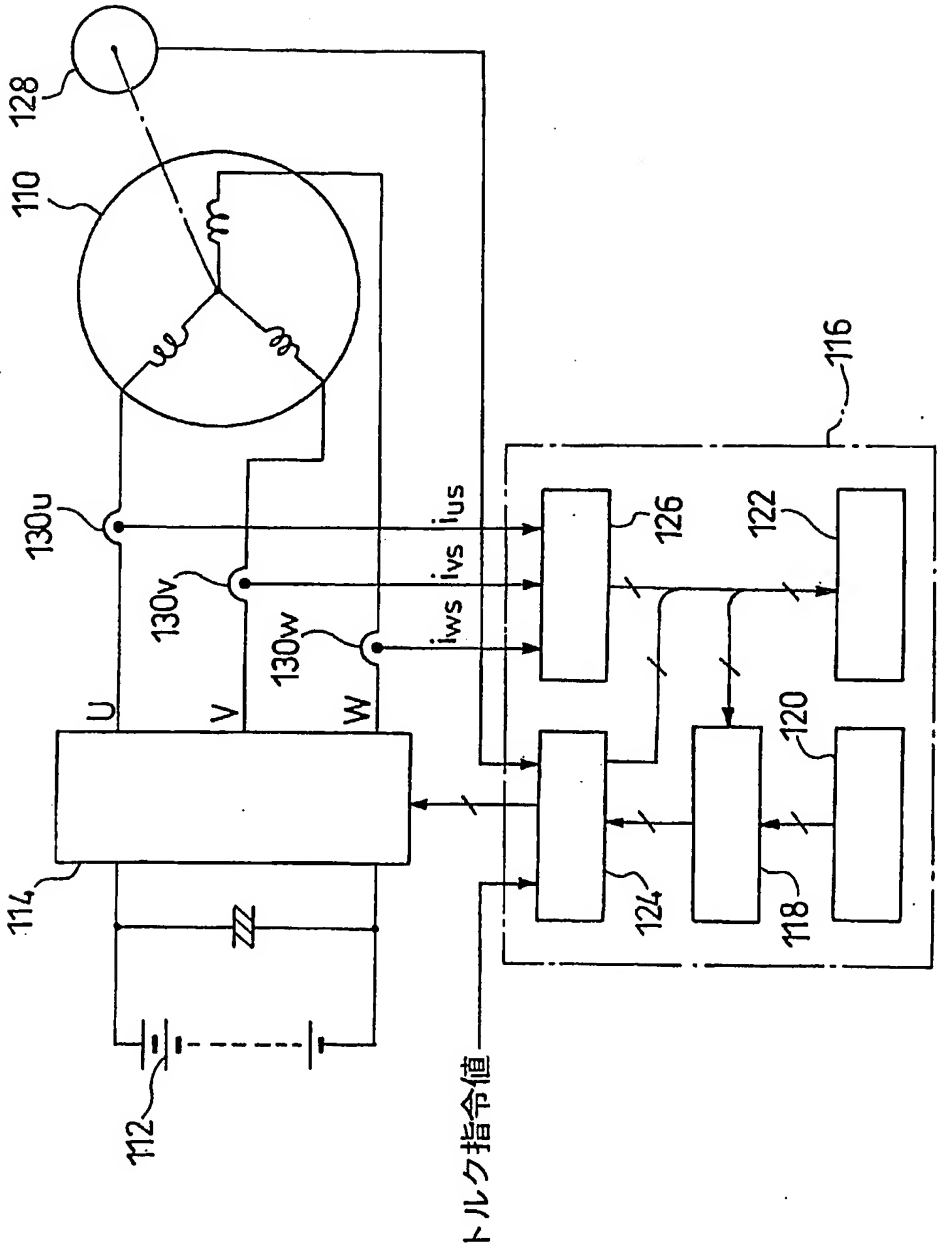


图4

